



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2001년 제 7782 호  
Application Number PATENT-2001-0007782

출원 년 월 일 : 2001년 02월 16일  
Date of Application FEB 16, 2001

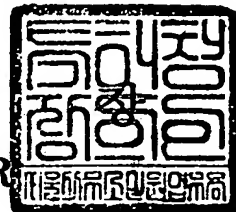
출원 인 : 휴먼일렉스(주)  
Applicant(s) HUMAN ELECS CO., LTD.



2002 년 01 월 02 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.02.16
【발명의 명칭】	고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Nano-crystal alloy powder cores for high frequency range and method for making the same
【출원인】	
【명칭】	휴먼일렉스 (주)
【출원인코드】	1-2001-000047-1
【대리인】	
【성명】	최용원
【대리인코드】	9-1998-000658-1
【포괄위임등록번호】	2001-000026-2
【대리인】	
【성명】	이상용
【대리인코드】	9-1998-000451-0
【포괄위임등록번호】	2001-000027-0
【대리인】	
【성명】	김상우
【대리인코드】	9-2000-000210-2
【포괄위임등록번호】	2001-000028-7
【발명자】	
【성명】	김규진
【출원인코드】	4-2000-048602-5
【심사청구】	청구
【조기공개】	신청
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 심사청구, 특허법 제64조의 규정에 의한 출원공개를 신청합니다. 대리인 최용원 (인) 대리인 이상용 (인) 대리인 김상우 (인)

**【수수료】**

**【기본출원료】** 16 면 29,000 원

**【가산출원료】** 0 면 0 원

**【우선권주장료】** 0 건 0 원

**【심사청구료】** 7 항 333,000 원

**【합계】** 362,000 원

**【감면사유】** 소기업 (70%감면)

**【감면후 수수료】** 108,600 원

**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 소기업임을 증명하는  
서류\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명에 따르면, 비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도에서 결정화 열처리하여 제조되며, 그 포화 자속 밀도는 1.10T 이상이고, 1MHz 및 0.1MHz의 주파수 대역에서 측정된 투자율이 0.90 이상으로 고주파 특성이 월등히 개선된 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법이 개시된다.

**【색인어】**

나노결정, 코아, 자성재료, 고주파특성, 투자율, 포화자속밀도, 비정질, 아몰퍼스, 결정화열처리

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법

{Nano-crystal alloy powder cores for high frequency range and method for making the same}

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <1> 본 발명은 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로 폴리 이미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 종래의 여러 코아들에 비해 고주파 특성이 월등히 우수한 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하는 방법 및 이 방법에 의해 제조되는 나노 결정 합금 분말 코아에 관한 것이다.
- <2> 일반적으로, 금속 결정 코아는 그 포화 자속 밀도가 0.80T 이하이며, 200kHz의 주파수 대역까지 이용이 가능한 것으로 보고되고 있다.
- <3> 근래 들어, 그 포화 자속 밀도가 1.00T 이상이며, 수백 kHz의 고주파 대역까지 사용 가능한 코아의 필요성이 강하게 대두되고 있다.
- <4> 한편, 비정질 연자성 합금은 결정질 재료에 비해 내식성, 내마모성, 강도 등이 우수하고 고주파 특성이 우수하여 전기 및 전자 기기의 각종 디바이스의 자

성 소자로서 사용이 가능하며, 산업적 용도로는 트랜스포머, 인덕터, 모터, 제너레이터, 릴레이 등에 적용이 예상된다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<5> 본 발명은 상기와 같은 점들을 감안하여 창안된 것으로서, 비정질 합금 분말을 이용하고 결정화 열처리를 통해, 그 포화 자속 밀도가 1.00T 이상이며, 수백 kHz의 고주파 대역까지 사용할 수 있는 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법을 제공하는데 목적이 있다.

<6> 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기에 설명될 것이며, 본 발명의 실시예 의해 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 첨부된 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 조합에 의해 실현될 수 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<7> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 양태에 따른 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법은, (a) 비정질 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계; (b) 상기 복합 입자 분말을 저온 성형하여 비정질 합금 분말 코아를 제조하는 단계; 및 (c) 상기 비정질 합금 분말 코아를 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하는 단계; 를 포함한다.

- <8>      상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 양태에 따른 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법은, (a) 비정질 합금 분말을 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말을 제조하는 단계; (b) 상기 나노 결정 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 나노 결정 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계; 및 (c) 상기 복합 입자 분말을 성형하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하는 단계; 를 포함한다.
- <9>      바람직하게, 상술한 제 2 양태에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 성형은 100℃ ~ 300℃의 온도에서 10~50ton/cm<sup>2</sup>의 압력으로 하는 것을 특징으로 한다.
- <10>     그리고, 상술한 제 1 양태 및 제 2 양태에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 결정화 열처리의 온도는 비정질 합금의 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도이며, 상기 비정질 합금 분말은 Fe-Si-B계 및 Fe-Al-B계인 것을 특징으로 한다.
- <11>     한편, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아는, 포화 자속 밀도가 1.10T 이상이고, 1MHz 및 0.1MHz의 주파수 대역에서 측정된 투자율비가 0.90 이상이며, 비정질 합금 분말을 이용하여 바인더로 폴리이미드계 또는 페놀계를 사용하고, 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도에서 결정화 열처리하여 제조되는 것을 특징으로 한다.
- <12>     이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

- <13> 이에 앞서, 본 명세서 및 청구 범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- <14> 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예 및 비교예는 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- <15> 일반적으로, 비정질 합금 분말은 기계적 합금화법, 급냉 응고법, 수분사법 등에 의해 제조될 수 있으며, 본 발명에서는 고압의 수분사법을 사용하였다. 고압의 수분사법은 낙하하는 용탕을 30MPa 이상의 고압 수분사에 의해 분쇄하고 급냉시켜 비정질 합금 분말을 제조하는 방법(본 출원인의 발명으로서, 대한 민국 특허 출원 번호 10-2000-0022312)에 개시되어 있다.
- <16> 고압의 수분사법을 이용하면 종래의 수분사법에 비해 생산성 및 비정질화가 우수하며, 분사 조건의 변화에 따라 100 $\mu$ m 이하의 다양한 평균 입경을 지닌 비정질 합금 분말의 제조가 용이하기 때문에, 고압의 수분사법을 사용하는 것이 바람직하다.
- <17> 적정 열처리를 의해 나노 결정화가 유망한 비정질 상태의 합금 분말계로는 Fe-Si-B계, Fe-Al-B계 등이 있다. 이들 합금의 결정화 온도는 약 500℃ 전후이다.



- <18> 비정질 합금 분말을 이용한 코아 제조에 사용되는 바인더는 그 연화점이 비정질 합금의 결정화 온도보다 낮아야 하며, 상온에서도 적절한 결합 강도를 나타내 ~~상온에서 성형 압력에 따라 코아의 형상을 유지하면서 크랙 발생을 억제할 수~~ 있어야 한다. 이를 위한 적정 바인더로는 폴리이미드(polyimid)계와 페놀(phenol)계의 열경화성 수지를 사용하는 것이 바람직하다.
- <19> 바인더의 양은 총질량의 0.5~3.0wt%로 제한하는 것이 바람직하다. 0.5wt% 이하에서는 접합 강도가 약하여 비정질 합금 분말의 벌크화가 곤란하며, 한편 바인더의 양이 너무 많으면 합금 분말 입자간의 접합 강도는 강해지지만 성형체 중에 비정질 합금 분말의 양이 적게 되어 연자기 특성이 저하되기 때문이다. 위에서 '총질량'이란, 제조되는 코아를 구성하는 바인더와 비정질 합금의 질량을 의미하며, 유기 용매의 질량은 포함되지 않는다.
- <20> 바인더를 혼합하여 제조한 복합 입자 분말의 성형에는 10~50ton/cm<sup>2</sup>의 압력이 적당하다. 성형 압력이 10ton/cm<sup>2</sup> 이하이면 코아의 성형 밀도가 낮아져 연자기 특성이 나빠지며, 한편 너무 높으면 성형 다이스의 마모가 커져 생산 원가 단위가 높아지기 때문이다.
- <21> 비정질 합금 분말의 성형시 온도는 200℃ 이하의 저온이 바람직하다. 성형 온도가 높을수록 코아의 성형 밀도가 높아지고 분말 입자간 치밀도가 높아지지만, 200℃ 이상으로 높아지면 에너지 원가 단위가 높아져 바람직하지 않다.
- <22> 한편, 결정화 열처리에 의해 제조된 나노 결정 합금 분말의 성형시 온도는 바인더의 연화점보다 높은 온도인 100℃~300℃가 바람직하다. 성형 온도가 높을

수록 코아의 성형 밀도가 높아지고 분말 입자간 치밀도가 높아지지만, 300℃ 이상으로 높아지면 에너지 원가 단위가 높아져 바람직하지 않다.

<23> 결정화 열처리 온도는 결정화 개시 온도보다 약 100℃ 이내의 높은 영역이 적당하다. 바람직하게는 결정화 개시 온도보다 약 50℃ 이내의 높은 영역이 가장 적당하다. 결정화 개시 온도보다 너무 높으면 결정상이 급격히 조대해지고 바인더가 분해되어 접합 강도가 약화되는 문제가 있으며, 반면에 결정화 개시 온도보다 낮으면 나노 결정상이 거의 생성되지 않는다.

<24> 열처리 분위기는 비활성 가스 또는 환원성 가스 분위기로 하고, 시간은 10~60분 정도로 하는 것이 적당하다. 열처리 시간이 너무 짧으면 충분한 응력 제거가 이루어지지 않으며, 한편 너무 길면 생산성이 저하되기 때문이다.

<25> 이하, 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

<26> 실시예 1

<27> 고압의 수분사법에 의해 제조된  $\text{Fe}_{73}\text{Si}_{13}\text{B}_{10}\text{Nb}_3\text{Cu}_1$  비정질 합금 분말(평균 입경 약  $15\mu\text{m}$ ) 99g에 폴리이미드 1g을 메틸렌클로라이드(methylene chloride)에 녹여 제조된 용액을 부어 약 10분간 혼합한 후, 건조 처리를 행하여 폴리이미드가 평균 입경 약  $15\mu\text{m}$ 의 비정질 합금 분말의 표면에 약  $1\mu\text{m}$  이하의 두께로 균일하게 코팅된 복합 입자의 분말을 제조하였다.

<28> 이 복합 입자 분말을 외경 20mm, 내경 12mm의 성형 다이스의 내부에 7g정도 장입한 후 상온에서 20ton/cm<sup>2</sup>의 압력으로 성형하고 아르곤(Ar) 가스 분위기의 560℃에서 약 30분간 열처리하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하였다.

<29> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도(saturated magnetic density), 여러 주파수 대역의 실효 투자율(effective permeability), 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<30> 여기서, 결정화 개시 온도는 DTA(Differential Temperature Analysis)를 이용하여 2℃/min의 가열 속도로 가열하면서 측정한 값이며, 결정립 평균 크기는 XRD(X-ray Diffraction)와 TEM(Transmission Electron Microscope)를 이용하여 분석한 값이다. 그리고, 코아의 밀도는 코아의 실질량을 코아의 체적으로 나누어 계산한 값이며, 포화 자속 밀도( $B_s$ )는 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)을 이용하여 5,000 Oe의 외부 자장하에서 측정한 값이며, 실효 투자율은 LCR meter를 이용하여 각각의 주파수 대역에서 10 mOe의 외부 자장하에서 측정한 값이다. 그리고, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )는 1MHz와 0.1MHz에서 측정된 투자율 값의 비를 나타낸 것이다.

<31> 실시예 2

<32> 고압의 수분사법에 의해 제조된 Fe<sub>80</sub>Al<sub>4</sub>B<sub>10</sub>Zr<sub>5</sub>Cu<sub>1</sub> 비정질 합금 분말(평균 입경 약 12 $\mu$ m) 99g을 사용하는 것과 성형 후, 아르곤(Ar) 가스 분위기의 500℃에서 약 30분간 열처리하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

<33> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<34> 실시예 3

<35> 고압의 수분사법에 의해 제조된  $\text{Fe}_{80}\text{Al}_4\text{B}_{10}\text{Zr}_5\text{Cu}_1$  비정질 합금 분말(평균 입경 약  $12\mu\text{m}$ ) 99g을 아르곤 가스 분위기의  $500^\circ\text{C}$ 에서 30분간 열처리하고 상온으로 공냉하여 나노 결정 합금 분말을 제조하고, 여기에 페놀 1g을 메틸알코올(methyl alcohol)에 녹여 제조된 용액을 부어 약 10분간 혼합한 후, 건조 처리를 행하여 페놀이 평균 입경 약  $15\mu\text{m}$ 의 나노 결정 합금 분말의 표면에 약  $1\mu\text{m}$ 이하의 두께로 균일하게 코팅된 복합 입자의 분말을 제조하였다.

<36> 이 복합 입자 분말을 외경 20mm, 내경 12mm의 성형 다이스의 내부에 7g정도 장입한 후  $150^\circ\text{C}$ 에서  $20\text{ton}/\text{cm}^2$ 의 압력으로 성형하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하였다.

<37> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<38> 실시예 4

<39> 고압의 수분사법에 의해 제조된  $\text{Fe}_{73}\text{Si}_{13}\text{B}_{10}\text{Nb}_3\text{Cu}_1$  비정질 합금 분말(평균 입경 약  $15\mu\text{m}$ ) 99g을 아르곤 가스 분위기의  $560^\circ\text{C}$ 에서 30분간 열처리하는 것 이외에는 실시예 3과 동일하게 실시하였다.

<40> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<41> 실시예 5

<42> 성형 압력을 40ton/cm<sup>2</sup>으로 하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

<43> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<44> 실시예 6

<45> 성형 압력을 40ton/cm<sup>2</sup>으로 하는 것 이외에는 실시예 3과 동일하게 실시하였다.

<46> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<47> 이하, 본 발명의 비교예를 상세히 설명한다.

<48> 비교예 1

<49> 성형 후, 아르곤 가스 분위기의 500℃에서 약 30분간 열처리하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시하였다. 이는, 실시예 2의 조건과 동일하나, 측정된 결정화 개시 온도가 달라 비교예로서 이용 가능하다.

<50> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<51> 비교예 2

<52> 성형 후, 아르곤 가스 분위기의 450℃에서 약 30분간 열처리하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

<53> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

<54> 비교예 3

<55> 성형 후, 아르곤 가스 분위기의 650℃에서 약 30분간 열처리하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 실시하였다.

<56> 제조된 상태의 나노 결정 합금 분말 코아에 대해 측정된 결정화 개시 온도, 평균 결정 입경, 코아 밀도 및 포화 자속 밀도, 여러 주파수 대역의 실효 투자율, 투자율비( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )의 자기 특성을 표 1에 나타낸다.

## &lt;57&gt; 【표 1】

조건 번호	결정화 개시온도	열처리 온도	평균 결정입경	코아 밀도	포화자속 밀도	실효투자율			투자율비 ( $\mu_{1\text{MHz}}/\mu_{0.1\text{MHz}}$ )
						0.1MHz	0.5MHz	1MHz	
실시예 1	520	560	17	5.85	1.10T	67.0	66.8	65.0	0.97
실시예 2	470	500	17	5.79	1.35T	63.3	63.0	62.0	0.98
실시예 3	470	500	17	5.81	1.31T	62.1	62.0	60.9	0.98
실시예 4	520	560	15	5.81	1.10T	64.2	63.5	63.1	0.98
실시예 5	520	560	17	6.25	1.39T	146.7	144.5	135.0	0.92
실시예 6	470	500	17	6.20	1.38T	134.4	132.2	125.0	0.93
비교예 1	520	500	-	5.75	0.90T	45.2	45.0	44.7	0.99
비교예 2	470	450	-	5.76	1.10T	42.6	42.3	42.1	0.99
비교예 3	470	650	45	5.86	1.40T	49.5	49.0	46.2	0.93

<58> 여기서, 표 1을 참조하면, 모든 실시예의 경우에 있어서 포화 자속 밀도는 1.10T 이상을 나타내며, 이는 결정화 개시 온도 이하에서 열처리한 비교예 1과 2의 포화 자속 밀도에 비해 약 20% 이상 특성이 향상되었음을 알 수 있다.

<59> 또한, 1MHz에서의 실효 투자율이 모두 60.0 이상으로 비교예들의 실효 투자율에 비해 약 20% 이상 특성이 향상되었음을 알 수 있다.

<60> 나아가, 1MHz의 주파수 대역까지 투자율의 변화가 거의 없으며, 이를 1MHz 및 0.1MHz 주파수 대역에 있어서의 투자율비로 나타내면 0.90 이상으로 주파수 의존성이 거의 없음을 알 수 있다. 이는 결국 1MHz의 주파수 대역까지 사용이 가능함을 의미한다.

<61> 참고로, 금속 결정 코아의 경우와 비교하면, 자기 특성(포화 자속 밀도, 투자율)은 동등 이상이면서, 1MHz까지 투자율비가 0.90 이상으로 금속 결정 코아의 적용 주파수 대역이 200kHz 대역인데 반해 수십MHz의 주파수 대역까지도 이용될 수 있음을 알 수 있다.

<62> 한편, 열처리 온도가 결정화 개시 온도보다 180℃나 높은 비교예 3의 경우를 살펴 보면, 나노 결정 코아의 평균 결정 입경이 45nm까지 매우 조대화되었으며, 이로 인해 포화 자속 밀도는 거의 동등 수준이나 실효 투자율이 크게 나빠짐을 알 수 있다.

<63> 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 비교예에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

#### 【발명의 효과】

<64> 본 발명의 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법에 따르면, 비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로서 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도 이상에서의 열처리를 통해 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아를 제조할 수 있게 된다.

<65> 본 발명에 따르면, 성형 밀도가 높으며, 입자간 절연이 양호하여 주파수 의존성이 적으며, 고주파수 대역에서도 변화없는 투자율을 갖으며, 수kHz에서 수십 MHz 주파수 대역의 전기 및 전자 디바이스의 자성 재료로서 이용 가능한 나노 결정 합금 분말 코아가 제공되게 된다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

(a) 비정질 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계;

(b) 상기 복합 입자 분말을 저온 성형하여 비정질 합금 분말 코어를 제조하는 단계; 및

(c) 상기 비정질 합금 분말 코어를 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말 코어를 제조하는 단계; 를 포함하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코어의 제조 방법.

**【청구항 2】**

(a) 비정질 합금 분말을 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말을 제조하는 단계;

(b) 상기 나노 결정 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 나노 결정 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계; 및

(c) 상기 복합 입자 분말을 성형하여 나노 결정 합금 분말 코어를 제조하는 단계; 를 포함하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코어의 제조 방법

**【청구항 3】**

제 2항에 있어서,

상기 성형은 100℃ ~ 300℃의 온도에서 10~50ton/cm<sup>2</sup>의 압력으로 하는 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법.

**【청구항 4】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 결정화 열처리의 온도는 비정질 합금의 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도인 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법.

**【청구항 5】**

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 비정질 합금 분말은 Fe-Si-B계 및 Fe-Al-B계인 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법.

**【청구항 6】**

포화 자속 밀도는 1.10T 이상이고, 1MHz 및 0.1MHz의 주파수 대역에서 측정된 투자율비가 0.90 이상인 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아.

**【청구항 7】**

제 6항에 있어서,

상기 나노 결정 합금 분말 코아는 비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로 폴리아미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도에서 결정화 열처리하여 제조되는 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아.

	<b>【서지사항】</b>
<b>【서류명】</b>	명세서 등 보정서
<b>【수신처】</b>	특허청장
<b>【제출일자】</b>	2001.06.23
<b>【출원인】</b>	
<b>【명칭】</b>	휴먼일렉스 (주)
<b>【출원인코드】</b>	1-2001-000047-1
<b>【사건과의 관계】</b>	출원인
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	최용원
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000658-1
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2001-000026-2
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	이상용
<b>【대리인코드】</b>	9-1998-000451-0
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2001-000027-0
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	김상우
<b>【대리인코드】</b>	9-2000-000210-2
<b>【포괄위임등록번호】</b>	2001-000028-7
<b>【사건의 표시】</b>	
<b>【출원번호】</b>	10-2001-0007782
<b>【출원일자】</b>	2001.02.16
<b>【심사청구일자】</b>	2001.02.16
<b>【발명의 명칭】</b>	고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아 및 그 제조 방법
<b>【제출원인】</b>	
<b>【발송번호】</b>	9-5-2001-0144379-94
<b>【발송일자】</b>	2001.05.31
<b>【보정할 서류】</b>	명세서등
<b>【보정할 사항】</b>	
<b>【보정대상 항목】</b>	별지와 같음
<b>【보정방법】</b>	별지와 같음
<b>【보정내용】</b>	별지와 같음

**【취지】**

특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이  
제출합니다. 대리인

최용원 (인) 대리인

이상용 (인) 대리인

김상우 (인)

**【수수료】****【보정료】**

0 원

**【추가심사청구료】**

0 원

**【기타 수수료】**

0 원

**【합계】**

0 원

**【첨부서류】**

1. 보정내용을 증명하는 서류\_1통[보정서]

【보정대상항목】 식별번호 8

【보정방법】 정정

【보정내용】

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 양태에 따른 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법은, (a) 비정질 합금 분말을 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말을 제조하는 단계; (b) 상기 나노 결정 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 나노 결정 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계; 및 (c) 상기 복합 입자 분말을 100℃~300℃, 10~50ton/cm<sup>2</sup>의 조건에서 성형하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하는 단계; 를 포함한다.

【보정대상항목】 식별번호 9

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 10

【보정방법】 정정

【보정내용】

바람직하게, 상술한 제 1 양태 및 제 2 양태에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 결정화 열처리의 온도는 비정질 합금의 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의

높은 온도이며, 상기 비정질 합금 분말은 Fe-Si-B계 또는 Fe-Al-B계인 것을 특징으로 한다.

【보정대상항목】 식별번호 11

【보정방법】 정정

【보정내용】

한편, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아는, 비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도보다 100℃ 이내의 높은 온도에서 결정화 열처리하고, 저온 성형 또는 100℃~300℃, 10~50ton/cm<sup>2</sup> 조건의 성형을 통해 제조되며, 그 포화 자속 밀도가 1.10T 이상이고, 1MHz 및 0.1MHz의 주파수 대역에서 측정된 투자율비가 0.90 이상인 것을 특징으로 한다.

【보정대상항목】 식별번호 17

【보정방법】 정정

【보정내용】

적정 열처리에 의해 나노 결정화가 유망한 비정질 상태의 합금 분말계로는 Fe-Si-B계, Fe-Al-B계 등이 있다. 이들 합금의 결정화 온도는 약 500℃ 전후이다.

【보정대상항목】 식별번호 62

【보정방법】 정정

【보정내용】

한편, 열처리 온도가 결정화 개시 온도보다 180℃나 높은 비교예 3의 경우를 살펴 보면, 나노 결정 코아의 평균 결정 입경이 45nm까지 매우 조대화되었으며, 이로 인해 포화 자속 밀도는 거의 동등 수준이나 실효 투자율이 크게 나빠짐을 알 수 있다.

덧붙여, 비교예 1과 2의 경우는 열처리 온도가 결정화 개시 온도보다 낮아 비정 질상이 생성되므로 그 결정 입경이 구해지지 않기 때문에 표 1에 기재되어 있지 않다.

【보정대상항목】 청구항 2

【보정방법】 정정

【보정내용】

(a) 비정질 합금 분말을 결정화 개시 온도 이상에서 결정화 열처리하여 나노 결정 합금 분말을 제조하는 단계;

(b) 상기 나노 결정 합금 분말과 바인더인 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 유기 용매에 용해하여 제조된 용액을 혼합하여 상기 나노 결정 합금 분말 표면에 상기 바인더를 균일하게 액상 코팅하여 복합 입자 분말을 제조하는 단계; 및



(c) 상기 복합 입자 분말을  $100^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ,  $10 \sim 50\text{ton}/\text{cm}^2$ 의 조건에서 성형하여 나노 결정 합금 분말 코아를 제조하는 단계; 를 포함하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법.

【보정대상항목】 청구항 3

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 5

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 비정질 합금 분말은 Fe-Si-B계 또는 Fe-Al-B계인 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금 분말 코아의 제조 방법.

【보정대상항목】 청구항 6

【보정방법】 정정

【보정내용】

비정질 합금 분말을 이용하고, 바인더로 폴리이미드계 또는 페놀계 수지를 사용하고, 결정화 개시 온도보다  $100^{\circ}\text{C}$  이내의 높은 온도에서 결정화 열처리하고, 저온 성형 또는  $100^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ,  $10 \sim 50\text{ton}/\text{cm}^2$  조건의 성형을 통해 제조되며, 그 포화 자속 밀도는  $1.10\text{T}$  이상이고,  $1\text{MHz}$  및  $0.1\text{MHz}$ 의 주파수 대역에서 측정된 투자

율비가 0.90 이상인 것을 특징으로 하는 고주파 특성이 우수한 나노 결정 합금  
분말 코아.

【보정대상항목】 청구항 7

【보정방법】 삭제